

К минусам предложенной схемы можно отнести ее стоимость. В настоящее время в России даже обычные ДГА на газопроводах встречаются редко, но при дальнейшем ведении политики энерго- и ресурсосбережения, росте цен на электроэнергию и природный газ, а также развитии производства тепловых насосов использование бестопливных установок на базе ДГА позволит получить выгодный надежный независимый, а также экологически чистый источник тепловой и электрической энергии.

Библиографический список

1. Агабабов В.С. Бестопливные установки для производства электроэнергии, теплоты и холода на базе детандер-генераторных агрегатов // Новости теплоснабжения. 2009. № 1.
2. Способ работы детандерной установки и устройство для его осуществления: Пат. 2150641 Рос. Федерация / Агабабов В.С. Опубл. 10.06.2000. Бюл. № 16; приоритет от 15.06.99.
3. Андриющенко А.А. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок. М.: Высш. шк., 1985. 319 с.

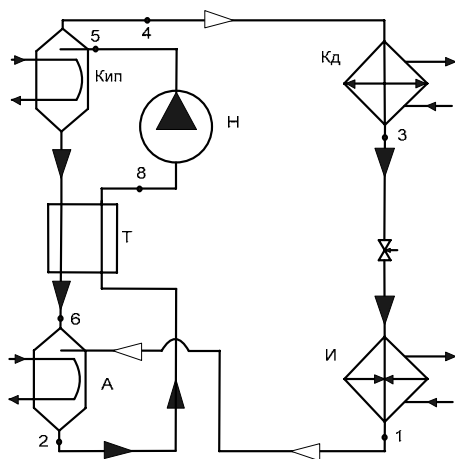
ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АБСОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*Баев В.Р., Суворов Д.М.
Вятский государственный университет, г. Киров
e-mail: dmilar@mail.ru*

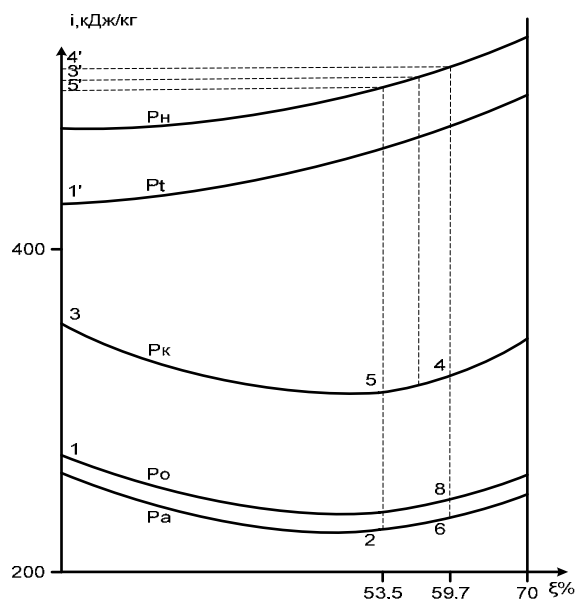
В большинстве регионов России основным источником энергии для теплоснабжения являются ТЭЦ, поэтому получение теплоты с помощью парокомпрессионных электроприводных тепловых насосов на низкопотенциальных холодных источниках теплоты экономически нецелесообразно – не достигается экономия топлива. Вот почему наиболее перспективным для российских широт является абсорбционный класс машин.

Процессы переноса теплоты в таких машинах совершаются с помощью совмещенных прямого и обратного термодинамического циклов, в отличие от парокомпрессионных тепловых насосов (ТН), в которых рабочее тело (хладон) совершает только обратный термодинамический цикл. В мировой практике используют преимущественно солевые ТН абсорбционного типа.

В данной работе рассчитан частный случай работы абсорбционного теплового насоса (АБТН) на систему отопления. Приводится пример теоретического расчета по ξ , i – диаграмме Розенфельда для раствора $H_2O + LiBr$ (абсорбент не обладает собственным парциальным давлением).



А – абсорбер
Н – насос
Кип – кипятыльник
Кд – конденсатор
И - испаритель



Узловые точки абсорбционной бромистолитиевой машины в ξ, i – диаграмме.

На рисунке слева представлена схема установки, справа – параметры процесса в указанных узловых точках на ξ, i – диаграмме. Параметры рабочего тела в этих точках представлены в таблице. Установка работает на частичный подогрев холодной воды для отопления и ГВС, остальной подогрев (до требуемой по тепловому графику температуры) осуществляется в котле. Температура воды: охлаждающей 20 °С, греющей 80 °С и охлажденной в цикле 5 °С. Принято: температура конденсации $t_k=30$ °С; температура слабого раствора (по бромистому литию) раствора, выходящего из абсорбера $t_2 = 28$ °С; высшая температура кипения крепкого раствора (по бромистому литию) $t_4 = 70$ °С.

При давлении $p_k = 31,8$ мм рт. ст. температура насыщения составляет 30 °С. Температура водяного пара $t'_3 = \frac{t_4 + t_5}{2} = 64^\circ \text{C}$, т.е. на изобарах p_k значения энтальпии соответствуют перегретому пару воды. Кратность циркуляции (по бромистому литию) $f = \frac{o_r}{o_r - o_a} = \frac{0,597}{0,597 - 0,535} = 9,63$ кг / кг. Тепловая нагрузка на теплообменник $q_{mo} = (f - 1) \cdot (i_2 - i'_3) = (9,63 - 1) \cdot (321,4 - 264,0) = 495,4$ кДж/кг.

Состояние вещества в точках	t, °С	p, мм рт. ст.	Концентрация по бромистому литию, %	Энтальпия, кДж/кг
Вода после испарителя (точка – 1)	5,0	6,55	0	440,1
Вода после конденсатора (точка – 3)	30,0	31,8	0	544,8
Слабый раствор, выходящий из абсорбера (точка – 2)	28,0	6,0	53,5	240,1
Крепкий раствор, выходящий из кипятыльника (точка – 4)	70,0	31,8	59,7	321,4

Состояние вещества в точках	t, °C	p, мм рт. ст.	Концентрация по бромистому литию, %	Энтальпия, кДж/кг
Раствор в начале кипения в кипятильнике (точка – 5)	58,0	31,8	53,5	302,5
Раствор в начале поглощения в абсорбере (точка – 6)	38,0	6,0	59,7	261,0
Крепкий раствор выходящий из теплообменника (точка – 8)	40,0	-	59,7	264,0
Пар, равновесный жидкости в испарителе (точка – 1')	5,0	6,55	0	2931,0
Пар, равновесный раствору в кипятильнике (точка – 5')	64,0	31,8	0	3040,3

Энтальпия слабого раствора на выходе из теплообменника равна

$$i_1 = i_2 + \frac{q_{mo}}{f} = 240,9 + \frac{495,4}{9,63} = 288,3 \text{ кДж / кг.}$$

Тепло, подведенное в кипятильник,

$$q_{kn} = i'_3 + (f - 1) \cdot i_4 - f \cdot i_1 = 3040,3 + (9,63 - 1) \cdot 321,4 - 9,63 \cdot 292,5 = 2997,9 \text{ кДж/кг.}$$

Тепло, отведенное в конденсаторе,

$$q_k = i'_3 - i_4 = 3040,3 - 544,8 = 2495,5 \text{ кДж/кг.}$$

Тепло, отведенное в абсорбере,

$$q_{ao} = i'_1 + (f - 1) \cdot i_8 - f \cdot i_2 = 2931,0 + (9,63 - 1) \cdot 264,0 - 9,63 \cdot 241,0 = 2889,0 \text{ кДж/кг.}$$

Холодопроизводительность установки составляет

$$q_o = i'_1 - i_3 = 2931,0 - 544,8 = 2386,2 = 2386,2 \text{ кДж/кг.}$$

Суммарное отведенное тепло

$$q_k + q_{ao} = 2495,6 + 2889,0 = 5384,6 \text{ кДж/кг.}$$

Теоретический тепловой коэффициент

$$o_1 = \frac{q_o}{q_{kn}} = \frac{2386,2}{2997,9} = 0,795.$$

КПД по выработке тепловой энергии (теплонасосный коэффициент) равен

$$\eta_1 = \frac{q_k + q_{ao}}{q_{kn}} = 1 + o_1 = 1,795.$$

В сравнении с идеальным котлом ($\eta_i=1$), идеальный цикл АБТН при данных условиях дает удельную экономии теплоты топлива $\Delta B = 1 - 1,795^{-1} = 0,443$, при этом мы получаем воду, нагретую до 38°C. Одновременно мы получаем поток холода, который может быть использован в производстве или в общих системах кондиционирования либо отведен в окружающую среду.

Широкое распространение производства АБТН за рубежом объясняется высокими потребительскими качествами: экологическая чистота, минимальное потребление энергии, бесшумность работы, длительный срок службы. Все процессы протекают под вакуумом, что исключает попадание вещества во внешние теплоносители и окружающую среду.

АБТН всех типов по сравнению с котлом имеют удельный расход топлива на 35-50 % ниже, что означает эффективность использования топлива в 1,5–2,0 раза выше, чем в котле.

В докладе на конференции будут представлены также результаты расчетов энергетической эффективности АБТН при более высоких температурах горячего источника и при температурах нагретой воды, подаваемой в систему теплоснабжения, от 50 до 70 °С.

О ВОЗМОЖНОСТИ КОГЕНЕРАЦИИ В ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЕЛЬНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХЛАДАГЕНТА В КАЧЕСТВЕ РАБОЧЕГО ТЕЛА

*Бадретдинова Р.Р., Осипова Д.Н.
Альметьевский государственный нефтяной институт
teplotexAGNI@yandex.ru*

Опыт эксплуатации российских систем теплоснабжения в зимних условиях показывает, что нередко случаи нарушения электроснабжения источников тепла. Решением данной проблемы является организация собственного производства электрической энергии в водогрейной котельной, используя в качестве рабочего тела низкокипящее вещество, которое в дальнейшем будем называть «хладагент».

Предлагаемая концепция направлена на решение нескольких задач, в том числе:

1. повышение управляемости электроэнергетикой;
2. ослабление влияния монополиста ОАО «Татэнерго»;
3. снижение затрат на выработку тепловой энергии;
4. энергосбережение.

Объектом исследования выступила котельная АТП АТЭЦ ООО «Тепло-Энергосервис», г. Альметьевск, в которой установлены 3 котла финского производства марки «Финрейла» FW 7-4 мощностью 7 МВт каждый. Расчетная температура сетевой воды на выходе из котлов составляет 115 °С. Суммарная потребляемая мощность – 230 кВт в отопительный период и до 105 кВт летом. Предлагается тепловая схема, представленная на рисунке, с интегрированной установкой по производству электроэнергии для котельной.

Часть теплоносителя на выходе из водогрейного котла отбирается и, последовательно проходя через испаритель и подогреватель агента, обеспечивает получение его в виде пара с параметрами, достаточными для использования в качестве рабочего тела в тепловом двигателе ТГ-250, соединенным с электрогенератором. После завершения процесса расширения отработанный пар поступает в теплообменник-конденсатор, где теплота конденсации утилизируется потоком холодной воды, идущей в установку ХВО или через дополнительный подогреватель и бак-аккумулятор в систему подачи воды на нужды ГВС. Рабочим телом в предлагаемой схеме выступает хладон R600.